

ชลัมภ์ อุ่นอารีย์: สมบัติเชิงกายภาพของอนุภาคฮิกส์แบรียออนที่ไม่อิสระต่อมวลมี-
ซอนแบบสเกลาร์เทียมในแบบจำลองเพอร์เทอร์เบทีฟไครเรลควาร์ก.

(DEPENDENCE OF BARYON OCTET PROPERTIES ON PSEUDOSCALAR
MESON MASSES IN THE PERTURBATIVE CHIRAL QUARK MODEL)

อาจารย์ที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์ ดร.ยูเป็ง แยน, 95 หน้า.

แบบจำลองเพอร์เทอร์เบทีฟไครเรลควาร์กได้รับการพิสูจน์แล้วว่ามีความเหมาะสม
ในการอธิบายสมบัติของแบรียออนหลายมุมมอง เช่น ฟอรัมแฟกเตอร์เชิงแกน ฟอรัม-
แฟกเตอร์เชิงแม่เหล็กและเชิงประจุ ไพออน-นิวคลีออน ซิกมาเทอม มวลแบรียออนที่
สถานะพื้นและอื่น ๆ แบบจำลองเพอร์เทอร์เบทีฟไครเรลถูกอธิบายด้วยกลุ่มควาร์กเปล่า
สามตัวแบบสัมพัทธภาพกักอยู่ภายใต้ศักย์สถิตย และถูกเสริมด้วยกลุ่มหมอกของโกลด์-
สโตนโบซอนแบบสเกลาร์เทียม(หมอกมีซอน) ซึ่งเป็นไปตามเงื่อนไขสมมาตรแบบไครเรล
อันตรกิริยาของควาร์กกับโกลด์สโตนโบซอน ถูกนำมาเป็นฐานของแบบจำลองแบบไม่เป็น
เชิงเส้น เมื่อพิจารณาสนามมีซอนว่าเป็นความผันผวนเพียงเล็กน้อย แบบจำลองจะ มี
การจำกัดอันตรกิริยาควาร์ก-มีซอนแบบเชิงเส้น ในงานวิจัยนี้ แบบจำลองเพอร์เทอร์-
เบทีฟไครเรลควาร์กที่หนึ่งถูกละทิ้ง ถูกประยุกต์ขึ้นเพื่ออธิบายกระแสมวลควาร์ก (มวลไพออน)
ที่ไม่เป็นอิสระของฟอรัมแฟกเตอร์เชิงแม่เหล็กและประจุ รัศมีเชิงประจุและค่าโมเมนต์
แม่เหล็ก ขอบเขตงานวิจัยได้กำหนดมวลของควาร์กที่ค่ามากสัมพันธ์กับมวลของไพออน
ที่ระดับ 0.6 จีอีวีขึ้นไป และลดลงสู่ค่ามวลไพออนเชิงกายภาพ (มวลที่ตรวจวัดได้ในห้อง
ปฏิบัติการ) ในขีดจำกัดแบบไครเรล กล่าวคือมวลไพออนที่มีค่าเข้าสู่ศูนย์ คิวชีดีที่พลังงาน
ต่ำถูกทำให้ใกล้เคียงจริงมากขึ้นในทฤษฎีสถานะแบบยังผล ประกอบกับการแตกของ
สมมาตรแบบไครเรลที่เกิดขึ้นเองด้วยการสมมติสถานะไพออนแบบไร้มวล (ถือเป็นองค์
ประกอบที่สำคัญของโครงสร้างฮาดรอนที่พลังงานต่ำ ๆ)

งานวิจัยนี้พบว่า ผลการคำนวณทางทฤษฎีสำหรับ มวล ฟอรัมแฟกเตอร์เชิงแม่-
เหล็กไฟฟ้าและโมเมนต์แม่เหล็กของอนุภาคฮิกส์แบรียออน เผยให้เห็นหน้าที่ที่สำคัญของ
หมอกมีซอนในบริเวณที่มีการถ่ายโอนโมเมนตัมต่ำ ๆ ความสอดคล้องดังกล่าวเป็นผลมา

จากหมอกมีซอนรอบนอกแบร็ออน ดังนั้นหมอกมีซอนจึงมีความสำคัญสำหรับการถ่ายโอนโมเมนตัมที่ค่าน้อย ๆ เท่านั้น การทำนายผลเชิงทฤษฎีสำหรับการขึ้นกับมวลมีซอนที่มีต่อสมบัติของอนุภาคอัลู แบร็ออนให้ผลพอใช้กับการคำนวณแบบแลตทิซควีซีดีในปัจจุบัน และการประมาณค่าแบบโคเรล งานวิจัยอาจสรุปได้ว่าการประมาณค่าที่หนึ่งดูมีความเหมาะสมเพื่ออธิบายสมบัติของอนุภาคอัลูแบร็ออนที่ขึ้นกับมวลมีซอน

สาขาฟิสิกส์

ปีการศึกษา 2550

ลายมือชื่อนักศึกษา _____

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม _____

CHALUMP OONARIYA : DEPENDENCE OF BARYON OCTET
PROPERTIES ON PSEUDOSCALAR MESON MASSES IN THE
PERTURBATIVE CHIRAL QUARK MODEL. THESIS ADVISOR :
ASSOC. PROF. YUPENG YAN, Ph.D. 95 PP.

PERTURBATIVE CHIRAL QUARK MODEL/ MAGNETIC MOMENTS/
ELECTROMAGNETIC FORM FACTORS/ MESON CLOUD.

The Perturbative Chiral Quark Model (PCQM) has been verified successful in describing many aspects of baryon properties such as axial form factors, electromagnetic form factors, pion-nucleon sigma term, ground-state masses of baryons and other baryon properties. In the PCQM baryons are described by three relativistic valence quarks confined in a static potential, which are supplemented by a cloud of pseudoscalar Goldstone bosons (meson cloud), as required by chiral symmetry. The interaction of quarks with Goldstone bosons (π, K, η) is introduced on the basis of the nonlinear model. When considering mesons fields as small fluctuations we restrict ourselves to the linear form of the meson-quark interaction.

In this thesis PCQM at one loop is applied to describe the current quark mass (pion mass) dependence of the electromagnetic form factors, charge radii and magnetic moments, so far determined at relatively large quark masses corresponding to pion masses of $m_\pi \geq 0.6$ GeV, down to physical values of m_π (≈ 0.14 GeV). In the chiral limit, with $m_\pi \rightarrow 0$, QCD at low energies is realized in the form of an effective field theory with spontaneously broken chiral symmetry, with massless pions as the primary active degrees of freedom (an important component of hadron structure at low energy and low momentum scales).

It is found that the theoretical results for the masses, electromagnetic form factors and magnetic moments of the octet baryons display a significant role of the

meson cloud at low momentum transfers. This is consistent with that meson clouds form the outskirts of baryons and hence the meson cloud contributions should be significant for only small momentum transfers. The theoretical predictions for the meson mass dependence of baryon octet properties are fairly consistent with present lattice QCD calculation and chiral extrapolations of these results. Given also the simplicity of the PCQM approach, this work may conclude that the evaluation at one loop is sufficient to correctly describe the pion mass dependence of the discussed observables.

School of Physics

Academic Year 2007

Student's Signature_____

Advisor's Signature_____

Co-advisor's Signature_____